

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-83512

(43)公開日 平成6年(1994)3月25日

| | | | | |
|--------------------------|---------|---------|----|--------|
| (51)Int.Cl. ⁵ | 識別記号 | 序内整理番号 | FI | 技術表示箇所 |
| G 0 6 F 3/023 | 3 3 0 Z | 7165-5B | | |
| 3/033 | 3 1 0 Y | 7165-5B | | |

審査請求 有 請求項の数10(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-12192

(22)出願日 平成5年(1993)1月28日

(31)優先権主張番号 9 2 1 0 2 0 4 9 . 1

(32)優先日 1992年2月7日

(33)優先権主張国 ドイツ(DE)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーションINTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATIONアメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 ハンス・エルドマン・コルト

ドイツ連邦共和国、シュタットガルト、サ
ンドベルシュトラッセ 34

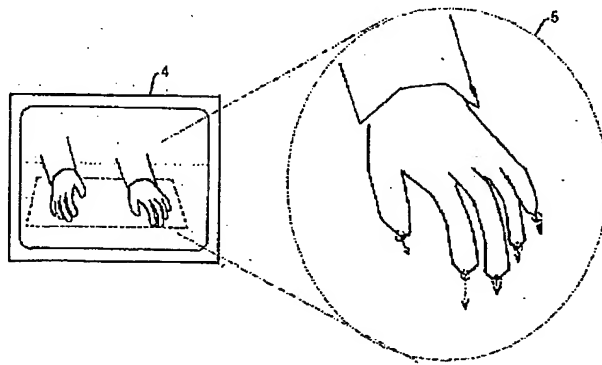
(74)代理人 弁理士 頓宮 孝一 (外4名)

(54)【発明の名称】 コマンド及びデータ入力方法及び入力装置

(57)【要約】

【目的】 処理システムでのユーザコマンド又はデータの獲得方法が開示され、人間の手及び指の動きを分析可能にする。

【構成】 活動は、物理的には存在しない入力デバイス上での操作として解釈される。光学的なユーザ/コンピュータインターフェース構成要素の結果、手と画像間のデータを獲得する視覚的なスクリーン/ユーザ経路は、ユーザから処理ユニットへの結合を行う。それは、異なるタイプのマニュアルで操作される入力デバイス(例えば、マウス、キーボード等)をエミュレート可能にする。現行のアプリケーションが最適化されるために、そして、ユーザの生理学上のために、機械的な入力ユニットが仮想デバイスにより置き換え可能である。マニュアルデータ入力速度、簡単さ、及び確かさは、維持される。指の動きを検出することは、反復の緊張による障害(RSI)症候群を減少するためのフィードバックを形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ユーザの誘発する動きが観察されるようなコマンド及びデータ処理システムでユーザコマンド及びデータを獲得するためのコマンド及びデータ入力方法において、

テレビジョンセンサと、上記テレビジョンセンサからの信号をデジタル化し、処理するための手段とを有し、ユーザの手及び／又は指が上記テレビジョンセンサにより観察され、以てテレビジョンセンサの配置が、上記手または指の箇所で見覚的にさまたげられないビューを与えるようにする段階と、

形、位置及びアクティブな動きを検出する段階と、処理信号に対して上記テレビジョンセンサからの信号をデジタル化し、処理するための手段により分析する段階と、

上記動きを、それぞれ、入力データ又はコマンドであると解釈する段階を有することを特徴とする、ユーザコマンド及びデータ入力方法。

【請求項2】 上記形及び位置の分析は、指先の位置を含む請求項1記載のユーザコマンド及びデータ入力方法。

【請求項3】 上記動きは、垂直の動きと、水平の動きと、指先の動作を含む請求項1記載のユーザコマンド及びデータ入力方法。

【請求項4】 上記処理システムは、更にモニタからなり、少なくとも上記モニタの表示領域の一部が上記テレビジョンセンサの前面のそれぞれの範囲で少なくとも概略的な手及び指の動きを視認化するのに使用される請求項1～3記載のユーザコマンド及びデータ入力方法。

【請求項5】 上記表示領域の一部は、上記テレビジョンセンサの前面の上記範囲に手を位置することにより自動的にアクティブにされる請求項4記載の方法。

【請求項6】 観察される手、指、又は指先の概略表示は、上記モニタ上に表示される請求項4又は5記載のユーザコマンド及びデータ入力方法。

【請求項7】 上記概略表示は、上記テレビジョンセンサの前面での実際の手、指又は指先の位置に対応して上記モニタ上に置かれ、動かされるような請求項6記載のユーザコマンド及びデータ入力方法。

【請求項8】 上記アクティブな動きの検出は、検出された動きと、予め定義され蓄えられた動きのパターンとの比較によるクラス化と、動きの不一致の識別化とを含み、特定のタイプの動きだけが受け入れられるようにした請求項1～7記載のユーザコマンド及びデータ入力方法。

【請求項9】 上記受け入れられる特定のタイプの動きは、コマンドとして解釈される請求項8記載のユーザコマンド及びデータ入力方法。

【請求項10】 上記動きとしては、キーの押し下げ動作があり、該キーの押し下げ動作は、上記テレビジョン

センサの後のフレームによって検出される請求項1～9記載のユーザコマンド及びデータ入力方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、人間ユーザーによる直接的なデータ又はコマンド入力のためのインターフェースの分野のものである。より詳細には、この発明は、マニュアルで操作され、指先の押圧又は手で誘導される他の動きに反応するデバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】 データを例えばコンピュータに入力するために、キーボードは最も広く使用されたデバイスである。それは、デジタルデータの高速度で確かな入力を可能とする。他の入力デバイスは、特殊な、制限されたアプリケーションに使用される。つまり、音声認識は本質的に速いが、それはとても大きな処理オーバーヘッド必要とする。音声から文字への変換には、あいまいさが存在する。自動的な手書きの解析もまた困難である。つまり、容易に解読可能な単一の文字を入力するのは、遅く、めんどろなことである。個人の筆跡を読むことは、複雑で、時間を浪費するタスクになる。

【0003】 ポインティングデバイス（マウス、ペン）が、グラフィックウィンドウ環境に関連して処理を制御し2進データを入力するために広範囲のアプリケーションで見出される。このような構成では、典型的な計算セッションは、ポインタとキーボード間の頻繁な切り替えを必要とする。

【0004】 CADのアプリケーションでは、典型的には、マウスが描画編集のために使用される。他のデバイス、例えばジョイスティック又はトラックボールが、透視図の他の側面の描画を発生するために仮想3次元オブジェクトを回転するような、視覚的なコマンドの簡便な入力を可能にするために、システムに付加できる。

【0005】 グラフィックスステーションで使用するための特別な光学的入力デバイスが、IBM TDB 32巻、NO. 3B 1989年8月、92頁に記載されている。このデバイスは、面の方向の指令を与えるために、面に特別な絵が描かれたハンドヘルドキューブから成る。キューブの実際の位置及び方向は、テレビジョンセンサにより検出される。キューブに記録された絵はデジタル的に処理され、そして、コマンドが抽出され、キューブの方向に対応して仮想的な3次元オブジェクトのグラフィック表示を変更する。キューブが手で保持され、方向指令が部分的に覆い隠されるという事実があるため、この技術での固有の問題が残る。

【0006】 開発中のミニチュアステーション、先進的なコンピュータは、外形の小型化によって特徴づけられる。電子機器のサイズが縮小しているが、ユーザーインターフェースの寸法、例えばキーボード又はマウスは、機能性を損失することなく、極めて小型化することは

きない。

【0007】この発明は、従来技術のユーザー入力デバイス固有の欠点を改善しようとするものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】したがって、この発明の目的は、機械的な構成要素固有の問題を回避して、種々のタイプのマニュアルで操作される入力デバイスをエミュレートできるデータ又はコマンド処理システムにおけるデータ又はコマンド入力のための新規で先進的なインターフェースを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の問題点を解決するために、この発明では、概ね、手及び指の動き並びに人間のユーザのジェスチャをモニタする画像獲得システムを使用して配列される光学的なユーザーインターフェースが開示される。これらの活動は、物理的には存在しないコンピュータのキーボード又は他の入力デバイス上での操作として解釈される。画像獲得システムは、テレビジョンセンサと、上記テレビジョンセンサからの信号をデジタル化し処理するための手段からなる。ユーザの手、指及び指先は、テレビジョンセンサにより観察され、そして、処理信号のための上記手段により分析され、入力データ又はコマンドとしてそれぞれ解釈される。

【0010】この発明の光学的なインターフェースために必要とされるハードウェアは、「フレーム取込み」回路を有するビデオセンサ（例えばCCDアレイ）である。100×100の画素配列は、必要とされた画像処理のために最小である。アナモフィック画像レンズ又は引き伸ばされた画素を有するセンサチップが、センサをキーボードのアスペクト比と合致させるために使用される。オートフォーカス又は固定フォーカスがセットアップ手続きを簡単化する。カムコーダ又は電子描画センサのための標準的なセンサが、これらの必要性を容易に達成する。

【0011】もし、机の上が、人間の皮膚の陰と明らかに相違する灰色レベルで識別できれば、白黒画像で充分であろう。背景について（例えば机の表面）何の仮定もなければ、低水準画像処理がオペレータの手形を決定するのに必要とされる。背景画像が一定のままである（ノイズ及び陰影を除けば）という以前の知識と、隣接する実体としての手の知識で、適度な時間量の処理しか必要としなくなるであろう。

【0012】カメラについては低コストなので、フレーム取込みのハードウェアは、駆動回路を有するスタンドアロンのキーボードのためのコストよりもっと低くできることに注意されるべきである。それ以上のコスト削減は、欠陥画素（例えばCCDチップ上で）が許容されるという事実から生じる。

【0013】1秒間に5.0枚（半フレーム）のテレビカ

メラは、1秒に数十のキーのタイプ速度をモニタするには十分な速度である。一般的な画像処理タスクは大きな演算能力を要求するが、多くの以前の知識があるので、キーストローク検出は非常に経済的にできる。

【0014】もし、例えばモニタ又はコンピュータのハウジングからオペレータの方にカメラが向けられると

（図1）、画像の最低部は、仕事をする机によって満たされる。机の上を動くオブジェクトは、その大きさ、形状及び動きにより、非常に簡単に手であると識別される。手が確認されたときには、連続する画像フレーム内でのその置換えは、より小さくなる。したがって、適度な数の画素だけが、動きに追従し、絵のシーンの完全性を確認するために分析されなければならない。

【0015】仮想キーボードの上に手の形が与えられると、単純なモデルが指先の位置を手の輪郭の下側で突出部（5つまで）に位置させる。手と関連する指の動きもまた小さい。これらは、小画像領域の評価により効率的にモニタ可能である。動きが安定していることは、検索範囲の位置を外挿することを可能にする。

【0016】明らかに、指先動作に加えて、手の動作及び形が、付加情報（例えば、セッションの開始/終了、キーボードの再定義、カメラモード、又は他のコマンド）を有する光学的なインターフェースにジェスチャを送るのに使用可能である。したがって、この発明は、一般的なデータ処理システム又は電子構成要素におけるマニュアルでの操作手段に代えられる、先進的な非接触のデータ/コマンド入力デバイスを実現する。

【0017】光学的なユーザーインターフェースは、マルチタスクのために使用できる。これらは、直ちに交換可能であり、現行のアプリケーションで切り替えられる。

【0018】英数字のキーボード：際立った利点は、「サブノートブック」サイズのコンピュータのための仮想キーボードにより提供される。フルサイズのキーボードがコンパクトなデバイスで利用可能である。

【0019】大文字セットのためのキーボード：実際のキーの機能の視認化は、大文字セット（例えば漢字）のための複数のシフトキーを有するキーボード及びサブグループのディスプレイの取扱いを可能にする。

【0020】計算パネル：配置が、例えば、入力速度、ファンクションキーの簡単化又は適切なセットのために最適化できる。

【0021】任意のアナログ及びデジタル制御パネル：異なる制御パネル、例えばトラックボール、ジョイスティックが実際のタスクのためにエミュレート可能とされる。

【0022】音楽楽器のためのキーボード：仮想のピアノキーボードが備えられると、PCは完全な音楽作成のためのシステムとなる。外部キーボード、シンセサイザ/シーケンスは、時代遅れになろう。衝撃的で動的な感

性は、センサーアルゴリズムに固有なものである。カメラ及びピアノキーボードを有するPCは、絵及び曲の入力、出力、処理、及び記憶ができる「マルチメディア」インターフェースを備えることになる。

【0023】個人的な署名識別：肯定のIDが署名ダイナミックスから得ることができる。

【0024】更なるカメラ入力：システムの画像獲得能力は、他の目的、例えば文書読み取り、ファックス、テレビ電話のために、更に使用可能である。

【0025】

【実施例】キーボードのタスクは、利用可能なキー及びその位置についての情報を提供し、オペレータによるキーの押圧を検知し、そして、キーが触れられたときのフィードバックを発生する。

【0026】キーボードは、物理的に存在する必要はない。図1において、仮想キーボード3は、データ又はコマンド入力デバイスとして働く。インターフェースのコンピュータ側からは、キーボードのオペレータの指先の動きを検出するための方法がなければならない。従来、これは、個々のキーの下で電気的な接触でなされている。しかしながら、また、このような他のアプローチが働く。つまり、もし、仮想キーボード上（例えば、机の上）の手及び指の動きが光学的なシステムによりモニタされるなら、適切な画像処理がユーザーの意思を検出可能である。

【0027】図2はカメラ2により見られる領域を示す。観察された領域4において、ユーザーの手が検出される。図2の拡大された部分5は、更なる画像処理のために選択されたカメラの画像の領域を表す。

【0028】3段階のアルゴリズムが実行時間を最小にする（図3）。第1の段階のアルゴリズムは、線6に沿ってコントラスト値をスキャンし、手の存在を検出する。第2の段階のルーチンは、手の形7をたどる。第3の段階のアルゴリズムは、指先の位置を見つける（8、1、82、83）。

【0029】仮想光学キーボード3（VOK）のためのキー情報は、モニタスクリーン上のウィンドウに表示できる。手の画像の概略表現は、キーテンプレート上に表示できる。スクリーンとキーボードとの間で画面を切り替える必要はないので、アプリケーションでキーボードの同時表示は、人間工学的な理由から利益がある。

【0030】キーボードウィンドウは、ディスプレイ領域の10～20パーセントを必要とする。しかしながら、ウィンドウはデータの入力の際にのみ現れ、そのため、他の同時のアプリケーションに影響を与えない。入力カーソル位置をチェックして、キーボードウィンドウは、テキスト入力領域と反対側のスクリーン上に、それ自身が置かれる。

【0031】仮想キーを打鍵する指先は、下方（数10mmの経路を越える）への速い動きをし、机の表面が叩

かれたときに急速に止まり、短い休息の後に上に戻る。打鍵した指先を止めたところの位置がキーとされる。指を同時に動かすことによるあいまいさは、相違する動きの特徴を評価することにより（打鍵した指は、より長い経路を越えて迅速に動き、そして急速に止まる）、また、相対的な指の位置にはありそうもないことを示す手のモデルにより解決できる。

【0032】實際上、指先の位置は、フレーム毎（又は半フレーム）、例えば40ミリ秒毎に決定できる。5フレームのシーケンスは、160ミリ秒間隔に先端の動きをモニタ可能にする。2つの連続フレームの間の先端の位置の相違は、それから、指の速度のための4つの値（ V_4, \dots, V_1 ）を与える。打鍵を識別するために、上述に対応する速度値のシーケンスが見い出される必要がある。4つの速度測定でのみでこの問題を解決するために、いくつかの仮定がなされる。

【0033】つまり、衝撃の前では、指先の加速度は相対的に一定である。これは、加速は筋肉の緊張のみによるので、理にかなっていると思われる。この場合、衝撃点の近くの速度（ V_x ）は、2つの打鍵前の速度から、外挿により計算できる。外挿された値は、それから、閾値と比較できる。

【0034】仮想キーへの打鍵は、打鍵前の速度値が最小値以上でなければならないことを意味する。

【0035】衝撃で、速度は急速に減少する。それ故に、衝撃の間での速度測定値（ V_2 ）は、有用な情報を有していない。しかしながら、それは、計測シーケンスの確実性をチェックするために使用される（ノイズの欠如）。

【0036】衝撃の後、指先の速度は急速に減少する。減速は、弾性のある指先の変形に依存する。打鍵後の速度は、減速の最小値とそれに続く再加速の最大値とにより決定される範囲内になければならない。

【0037】これらの仮定で、打鍵のために満たさなければならない4つの単純化された条件が記述できる。つまり、

【0038】

1. $V_x > V_{min}$ (V_{min} = 衝撃速度の最小値)
2. $V_4 > V_p$ (V_p = 打鍵前の速度の最小値)
3. $V_2 > V_1$ 振動していない
4. $V_1 < V_t$ (V_t = 打鍵後の速度の最大値)

【0039】キーの打鍵が検出されたとき、対応するキーが見つけられるに違いない。これは、指が動いているので、単純なタスクではない。もし、指が視覚的に導かれれば、キー選択は、打鍵動作の開始前、例えば打鍵検出前の数100m秒前に行われる。視覚的な制御の下での高速のタイピングについて、人間オペレータの「検索して打鍵する」衝動は、指と打鍵されるキーとの間の視認できる間隔から発生される。この場合、仮想キーボードテンプレート上で、実際の衝撃点を選択される。実際

上、これらの極地の間で安定して移行が実現されなければならない。指先の経路の知識は、打鍵検出アルゴリズムのための以前の打鍵速度及び加速判定基準を精選することができる。

【0040】自己センタリングルーチンが、物理的なキーボードにより与えられる感触のあるキーセンタのフィードバックを得るのに必要とされる。つまり、人間オペレータは、入力キーを打鍵しようとする。これは、指の画像を再配置するアルゴリズムを可能にする。手の像の不要なドリフトを避けるために、一種の「堅固さ」が実現されなければならない。

【0041】指先の動きをモニタするために、指先毎の垂直方向の動きの履歴についての情報がバッファされる。5本の先端の計測値の途切れのないシーケンスが、打鍵決定アルゴリズムについての指のエリジブル（有資格属性）を作るために必要とされる。しかしながら、モニタしている間に、肯定に識別された数の指先を変更できる（例えば照明が不十分、ビデオフレーム領域からはみ出た又は重なっている指）。この場合、指の数の割当てが変更でき、そして、指の履歴は崩される。履歴バッファの新たな構築のための5つのフレームのデッドタイムを避けるために、再割当てアルゴリズムが必要とされる。つまり、指の数が増加されるときには、新たな指が識別されなければならない。履歴バッファへの正しいアクセスを可能にするポイントが発生されなければならない。指の数が減少する場合、残った指のためのポイントが更新されなければならない。仮想キーボードルーチンで、全ての指（新にきたものを除いて）が、永続的に追跡される。指の計測値の変動で誘発されたノイズの場合でさえ、指は打鍵の署名のためにモニタ可能とされる。

【0042】単純で直感的なジェスチュアのセットが仮想キーボードの操作を制御するために定義される。例えば、

【0043】開始／終了：画像処理アルゴリズムは、「手首の線」をスキャンしながら、手の存在についてチェックする。これは、例えば320ミリ秒毎に、又は手の形の検出のエラーが発生したときになされる。もし、手が検出されたなら、キーボードテンプレートウィンドウがディスプレイスクリーン上に開かれる。もし、手が取り去されると、ウィンドウは閉じられる。

【0044】タイプ開始位置：机上の手の配置（例えば、同時に5本の指の打鍵）は、仮想キーボードに置くというコマンドとして、例えば左の手がA-S-D-F-スペースキーの上にある、と解釈できる。

【0045】取り消し：キーの打鍵の後の急速な上向きの指動作は、単に打鍵を「取り消す」シグナルである。高い直感性が、親指をモニタすることにはある。無意識のうちに、タイピングのエラーをすると、驚きのリアクションで親指が上へ持ち上げられる。取り消しのジェスチュアは、キーボードの行動を単純化する。つまり、バ

ックススペース又は削除キーを見つけるために、現在の仕事を中断することを回避できる。

【0046】モードスイッチ：片手又は両手の種々のジェスチュアが、相違するキーボードモード（例えば、タイプライタ、マウス、計算機、指のペン／ペイント、ホストセッション、ピアノ）の間の切り替をするために表せる。タイプライタとポインティングデバイスとの間の迅速な切り替えは、高速のカーソル位置を可能にする。

【0047】机の面での代わりに、仮想キーボードが指先の位置との関係を定義できる。これは、実際にキーが打たれる前に、各指に対してキーが割り当てられることを意味する。短く、迅速な下向きの動作は、それから、入力キーを選択する。プリヒットキーの割り当ては、オペレータのフィードバックについての特有な特徴を提供する。

【0048】つまり、キーの割り当ては、スクリーン上に表示できる（例えば、キーボードレイアウトウィンドウ上のカラーコードとして）。

【0049】電氣的にサポートされ、安定化されたキー配列は、手及び指の動きにハンディキャップを持つオペレータを補助することを可能にする

【0050】拡大された又は音響上のフィードバックは、視覚的に障害をもつオペレータをサポートできる。

【0051】実際のキーの機能（シフト状態等）が示される。

【0052】「持ち上げる」指の動きが検出できる。これは、タイプエラーを取り消すために非常に高速で直感的な方法である。

【0053】キーの中心と関連して実際の指先の位置がモニタできる（色、クリックのラウンドネス及びピッチ）。

【0054】コンピュータは、真の指及び手の位置に関連して、仮想キーの中心を動的に調整することができる。殆ど静止している指が、自動的に仮想キーの上に「置かれる」。この位置から、経験豊富なタイプピストは、視覚上の制御をしないで、他のキーを見つけれられる。

【0055】オペレータガイダンスは、特別なキーに来たときに警告又は奨励の発行を可能にする。

【0056】プリヒットキーの割当は、効率的なオペレータフィードバックを提供できる。仮想キーボード技術は、「サブノートブック」サイズのコンピュータの標準的なサイズのキーボードを形成するのに使用される。他の実現は、PCのために要求される机の面を減少させ、遠隔の及びプロテクトされたキーボードを定義し、視覚的及び運動上の障害を有する人に適合できる。

【0057】もし、カラーセンサーが使用でき、手がモノクロ（青色）のデスクテンプレートの上で動かされれば、画像（手の形）のセグメント化は非常に簡単になる。しかしながら、もし、机の上が人間の皮膚の陰とは

著しく相違する灰色レベルで識別できれば、白黒画像でも同様に働くであろう。もし、机の背景について何も仮定しないとすると、オペレータの手の形を決定のに低水準画像処理が必要とされる。背景画像は一定のままである（ノイズ及び陰を除いて）という知識と、隣接の実体としての手についての知識で、適度な時間量の処理しか必要としなくなるであろう。

【0058】上述のように、キーボードはユーザにキー情報及びフィードバックを提供する。仮想キーボードの感覚のフィードバックは、作業プレートへの指先の接触により与えられる。聴覚上のフィードバック（クリック）は、処理ユニットにより容易に形成できる。

【0059】仮想キーボードのためのキー情報は、モニタ画面上のウィンドウに表示できる。手の画像の概略的な表現は、キーテンプレート上に表示ができる。アプリケーションでキーボードを同時に表示することは、スクリーンとキーボードの間での画面の切り替えが不要なので、経済的な理由により有利である（注意：これは、今日のマウスポインタの使用と非常に似ている）。

【0060】もし、指先衝撃が無用に大きければ、指の動きの感覚が、オペレータにフィードバック情報を形成するのに使用できる。これは、RSI（反復の緊張による障害）症候群を誘発する危険性のある緊張を減少させる。とにかく、物理的なスプリングの荷重がキーにかからないので、仮想キーボードは、指の緊張を減少して操作できる。

【0061】仮想キーボードは、キーボードサイズの個人的な最適化を可能にする。これは、取るに足りないことではない。人間の手のサイズは、大きく異なっている。標準的なキーボードサイズは妥協である。キーボー

ドインターフェースに対するオペレータの視覚的、感覚的及びモトリックな機能が分離されると、これらの機能は、使い易さのために最適化でき、それは操作速度につながる。

【0062】更に、仮想キーボードは、右手と左手について、分離した要素に容易に二重化又は分割できる。これは、非常にリラックスした作業姿勢を可能にする（例えば、肘掛けのある椅子で）。障害者と密接に係っていることは、明白である。

【0063】コンピュータの使い方やタイピングにそんなに経験がないオペレータにとって、キーボード配列で印字されたテンプレート（プレースマツ）は、有用になろう。もう1つの画像評価手続きが、それから、画像プロセッサを補助し、仮想キーボードとテンプレートとを合致させる。プレースマツには、堅いデスク面上での衝撃から指先の緊張を減少させるために、柔らかい組織（例えば発泡ポリウレタン）が適用される。

【0064】

【発明の効果】この発明は、データ又はコマンド処理システムにおけるデータ又はコマンド入力のための、新規なそして先進的なインターフェースを提供し、それは、機械的な構成要素で固有の問題を回避し、種々のタイプのマニュアル操作の入力デバイスをエミュレートすることを可能にする。

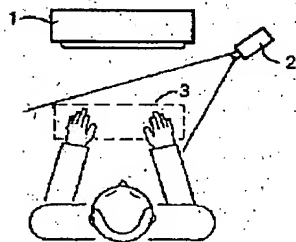
【図面の簡単な説明】

【図1】人間ユーザの手及び指の動きを検出するための画像獲得システムの構成を示す図である。

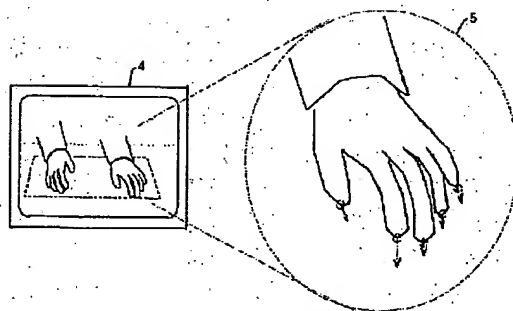
【図2】観察された手の領域のセグメント化と共に、カメラの画像のプロットを示す図である。

【図3】手の画像処理のステップを示す図である。

【図1】



【図2】



【図3】

